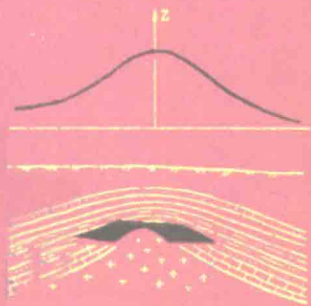


石油勘探与开发普及丛书



重力勘探与磁力勘探

大庆油田《重力勘探与磁力勘探》编写组



291

B

科学出版社

石油勘探与开发普及丛书

重力勘探与磁力勘探

大庆油田《重力勘探与磁力勘探》编写组

科学出版社

1978

内 容 简 介

“石油勘探与开发普及丛书”是大庆油田革委会主持编写的，是以石油战线上的工人为主要对象的科学技术读物，共约20种。

这套丛书力求反映大庆工人阶级在勘探、开发大庆油田过程中，坚决执行“独立自主、自力更生”的方针；坚持“两论”起家，发扬会战传统，认真学习并运用毛主席的光辉哲学思想指导实践；大力宣传辩证唯物论，批判唯心论的先验论和形而上学。

《重力勘探与磁力勘探》是本丛书的一种。我国广大石油工人和科技人员在毛主席的光辉哲学思想指引下，闯出了适合我国自己情况的一整套石油勘探方法，为多快好省地寻找油气田，高速度地发展我国石油工业，做出了重要贡献。本书共分六部分，概括地介绍了重、磁力勘探基本原理，资料解释方法及其在石油勘探和其它领域的应用等。

石油勘探与开发普及丛书

重力勘探与磁力勘探

大庆油田《重力勘探与磁力勘探》编写组

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1978年12月第一版 开本：787×1092 1/32

1978年12月第一次印刷 印张：2 1/2

印数：0001—17,930 字数：33,000

统一书号：13031·847

本社书号：1208·13—14

定价：0.20元

前 言

在毛主席革命路线指引下，在党的社会主义建设总路线的光辉照耀下，我国石油工业战线广大职工以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，高举“鞍钢宪法”旗帜，发扬了独立自主，自力更生，艰苦奋斗的革命精神，赢得了石油工业的迅速发展。英明领袖华主席提出抓纲治国的战略决策，并号召“大庆还要向更高的目标进军，石油部门要为创建十来个‘大庆油田’而斗争”，极大地鼓舞了石油战线广大职工，石油工业捷报频传，形势越来越好。为满足广大石油工人、干部，尤其是青年工人迫切需要掌握科学技术知识的愿望，我们编写了“石油勘探与开发普及丛书”。

我们力求通过这套丛书反映大庆工人阶级坚持“两论”起家的会战传统，积极运用毛主席的光辉哲学思想指导斗争实践，努力学习无产阶级专政理论，大力宣传辩证唯物主义和历史唯物主义，批判唯心

论的先验论和形而上学。丛书内容着重介绍基础科学知识,文字力求简明扼要,通俗易懂,深入浅出。

丛书是由战斗在生产第一线的工人、干部和技术人员组成的三结合小组进行编写的,并广泛征求了群众的意见。但是,在内容上,主要反映了大庆油田的特点,对于石油勘探开发的全局来说,还有较大的片面性;文字上,由于水平所限,仍然与广大工人的需要会有差距。恳切希望读者提出批评意见。

大 庆 油 田

“石油勘探与开发普及丛书”编写领导小组

一九七七年十一月修订

目 录

前言	i
一、概述	1
二、重力勘探的基本原理	3
1. 重力	3
2. 重力与岩石密度和地质构造的关系	8
3. 重力异常	12
4. 怎样测定重力的大小	13
5. 重力勘探的任务	15
6. 应用重力勘探的条件	17
7. 工作方法	18
8. 重力异常的计算	20
9. 重力异常图的制作	23
三、磁力勘探的基本原理	26
1. 地球的磁场	27
2. 磁力异常	34
3. 岩石的磁性和地质构造引起的磁力异常	35
4. 磁力异常值是怎样测量的	40
5. 磁力勘探的任务及工作方法	44

6. 磁力异常值的计算	45
7. 磁力异常图的编制	46
四、重力与磁力资料的地质解释方法	48
1. 由“已知”到“未知”	49
2. 分析岩石密度和磁化率的变化规律	50
3. 分析重力、磁力异常特征划分异常带	51
4. 综合解释法	52
五、重力与磁力勘探在石油勘探中的应用	55
1. 推断大地构造性质及划分区域构造	55
2. 研究基岩结构	59
3. 推断基岩断裂	62
4. 预测构造	67
5. 根据磁力异常进行地质填图	69
六、重力与磁力勘探在其他领域的应用	70

一、概 述

石油埋藏在地下,有着一定的分布规律。因此,必须想方设法获得地质资料,掌握石油生成分布规律,知道地下储油构造的位置、形状、大小及其埋藏深度,这种方法通常就叫做石油勘探。

石油勘探的方法很多,地球物理勘探法是石油勘探中综合性的方法之一。常用的地球物理勘探法有重力勘探、磁力勘探、电法勘探、地震勘探等等。地球物理勘探法是一种间接的找油方法,这种方法是借助地下岩石的特性,如重力勘探借助于岩石密度的变化,磁力勘探借助于岩石磁性的变化,电法勘探借助于岩石电性的变化,地震勘探借助于岩石的弹性变化等物理性质的不同,在地面上利用精密的仪器进行测量,掌握地下岩层的起伏,寻找储油构造,经过科学分析,最后达到找油的目的。

在石油勘探的生产实践中,每一种勘探方法各有它自己的特点和局限性,各种方法不能孤立地应

用,而常是相互配合,综合运用,互为补充,将获得的大量资料结合地质研究,加以对比分析,综合解释,掌握地下地质情况,确定储油构造及含油气地区,以便进行钻探。

重力勘探与磁力勘探所使用的仪器轻便,设备简单,勘探效率高,成本低。采用这两种方法在广大沉积岩覆盖区内研究区域构造,地质结构,以及查明沉积岩厚度等都具有较好的成效。在地球物理勘探中,重力与磁力勘探是“先行官”,石油勘探中的尖兵。

我国自解放以后,随着全国矿产资源普查和勘探事业的飞速发展,重力与磁力勘探遍及全国,特别是在1958年大跃进的年代中,重力队多次穿越塔克拉玛干大沙漠,把测线插入昆仑山,打开了这块大自然“禁区”,在我国石油勘探史上创造了多少可歌可颂的英雄事迹,同时也取得了大量丰富的地质资料。

伟大领袖和导师毛主席教导我们说:“马克思主义的哲学认为十分重要的问题,不在于懂得了客观世界的规律性,因而能够解释世界,而在于拿了这种对于客观规律性的认识去能动地改造世界”。我们

要熟练地掌握和运用这些勘探方法，为加速勘探我国蕴藏丰富的油气资源，开拓更多的油、气田基地，迅速发展我国的石油工业，为响应和落实英明领袖华主席提出的：“石油部门要为创建十来个‘大庆油田’而斗争”的伟大号召，为在本世纪内把我国建设成为伟大的社会主义的现代化强国，努力奋斗。

二、重力勘探的基本原理

1. 重 力

重力勘探是通过观测和研究地球上重力的变化，来了解地下地质结构，解决有关地质构造和矿产分布等问题的一种勘探方法。

研究地球上重力变化，怎样就能了解到地下地质结构呢？这首先要知道什么是重力？

我们都知道，地球是太阳系中的一个行星，它在宇宙空间里永不停息地转动着，人类生活在地球上随时都在受着它的吸引力。为什么人们在地面上走来走去，没有飘起来，也没有人掉到地球以外的空间去呢？这是由于地心吸引力作用的结果。如人手中

用线提一个重球，不论你站在地球任何一个位置上，这根线都是铅直垂向地面的。我们手上拿的东西当手张开后，并没有另外加上一个力，它为什么会落到地面上呢？这说明地下有一种力在起作用，这个力就是地球的引力，这个力的方向大致指向地心。同时，由于地球以一定的角速度不停地自转着，因而地球上任何物体都有离心力的存在。任何一个作圆周运动的物体都有离心力产生。我们可以作一个实验，拿一根绳子，绳子的一端拴上一个小铁球，另一端用手拉住并旋转使它作圆周运动，一旦把手松开，或者绳子断掉，小球并不立即落在地上，而是沿着圆周的切线方向向远处飞去（图1）。这就说明有一个使它向外的力量。还有当你坐在汽车上，车子急转弯时人们不由自主地向外倒去。这些现象都说明了离心力的作用。地面上任何一点都受地球的引力和

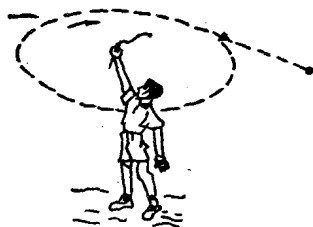


图1 说明离心力存在的示意图

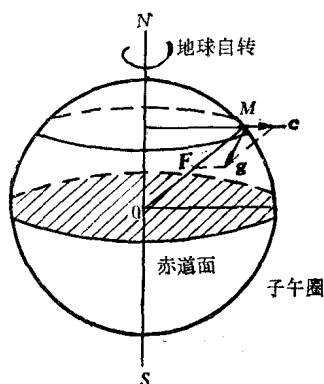


图 2 地球的引力示意图

离心力的作用 (图 2), 假设地面上有一个单位质量的质点 M , F 为地球对它的引力, c 为地球自转对它产生的离心力, g 为两个力的向量和 (一个力的作用, 如果可以用来代替几个力所产生的共同作用, 那么, 这个力叫做合力或向量和), 称为重力。用公式来表示为:

$$g = F + c$$

由于引力比离心力大得多, 离心力只有重力的 $1/288$, 所以它们的合力 (g 的方向) 仍可以看作大致是指向地心的。因此, 引力的变化是引起重力变化的主要原因。这个重力便是我们重力勘探所要研究的对象。

宇宙中任何物体之间都是有吸引力的,这种力,是英国著名科学家牛顿(1643—1727)所提出来的,通称万有引力。万有引力有多大呢?假设有两个质点 m_1 和 m_2 (图3),两个质点间的距离为 r , F 为质点间的引力,其大小与质点质量的乘积成正比,与距离的平方成反比,用公式表示,则为:

$$F = f \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

式中 f 为万有引力常数。由实验得知,质量为 1 克的两个物体,相距为 1 厘米时,它们之间的相互吸引力为 $1/15,000,000$ 达因。当万有引力公式中质量用克,距离为厘米,力用达因作单位时,万有引力常数 $f = 1/15,000,000$ 厘米³/克·秒²。

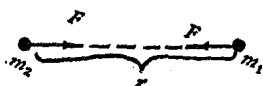


图3 两质点间的引力

由于重力的作用,物体自由下落时产生的加速度叫做重力加速度。

重力加速度在数值上等于单位质量(即 1 克重的物体)所受的重力。因而,在重力勘探中常把重力加速度简称为重力。

地球上各点的重力加速度与质量是有关系的，为了便于研究，规定了统一标准，以单位质量的重量为标准，即

$$g = \frac{F}{m}$$

g : 重力加速度。

单位质量在某一点的重量叫做该点的重力场强度，简称为场强。凡受重力作用的空间都叫做重力场。从理论上讲，重力场作用的空间是无限的，而实际上随着距离的加大，重力作用就十分微弱以致可以忽略不计。

为了纪念第一个测量重力加速度的意大利著名科学家伽利略(1564~1642)，把重力加速度的单位叫做“伽”，因为重力加速度的变化很小，以伽为单位太大，为了使用方便，采用千分之一伽为单位，叫做毫伽。

在厘米·克·秒制中：

$$1 \text{ 伽} = 1 \text{ 厘米/秒}^2$$

$$1 \text{ 毫伽} = 1/1000 \text{ 伽} = 0.001 \text{ 厘米/秒}^2$$

$$= 1 \times 10^{-3} \text{ 厘米/秒}^2$$

由于重力主要是地球的引力变化所引起的，所

以组成地壳的岩石所产生的引力也包括在里面，并占有一定的分量。重力的大小是与地壳中物质分布的多少及埋藏深浅有关。

2. 重力与岩石密度和地质构造的关系

根据地面上的重力变化情况，研究地质结构进行勘探找矿，是重力勘探的主要内容。实际上问题还不那么简单，影响地面重力值变化的原因很多，主要原因有：

(1) 地球不是一个圆球体，而是一个两极压缩的扁球体，它的极半径(6357公里)比赤道半径(6378公里)要小。物体在赤道上所受的引力最小，随着纬度的增加它的引力也增加，在两极地带最大。

(2) 根据科学研究结果，整个地球大致可以分为地壳、地幔和地核三个圈层。地壳是指地面至地下数十公里的一层，它的厚度很不均一。例如，大陆所在的地方，地壳比较厚、尤其是山脉底下更厚，海洋所在的地方，地壳比较薄，最薄的地方不到十公里。这三个圈层的组成物质是不相同的，但是有一定规律的。就其内部物质的密度而言是随深度增加而

增大。

(3) 实际上地壳内物质的密度(密度也叫做比重。一立方厘米的水在 4°C 温度下的重量为一克,其它同体积的物质与水的重量之比叫做该物质的密度或比重,单位是克/厘米³,用希腊字母“ σ ”表示)分布是不均匀的,它是由各种不同密度的岩石组成的。这种不均匀性是复杂的地质作用(如岩浆活动,变质作用、沉积作用等)造成的。由于岩石是由颗粒大小不同、化学成分不同,致密程度也不相同的矿物所组成,其密度差异也是很悬殊的。如从地下挖一立方米土和挖一立方米石头进行比较,石头重些,土轻些,也就是说石头的密度大、土的密度小。由此可见,岩石的密度有变化时,自然也就影响重力的变化。这就是引起重力变化的原因之一。也构成了不同地点有不同重力值的原因。如果人们把引起重力变化的其他因素排除掉,岩石密度和地质构造与重力变化之间的关系,便可在地质勘探中得到应用。

岩石的密度大小取决于组成岩石的矿物化学成分和岩石的孔隙度。一般火成岩和变质岩比较致密,孔隙度极小,通常含有矿物化学成分多,密度大。而沉积岩比较疏松,孔隙度大,密度较小。

如图4所示，在地下有一密度较大的矿体，周围的岩石密度比它小，因此，产生质量分布不均匀现象。 A 点位于密度大的矿体上方，距离矿体较近而

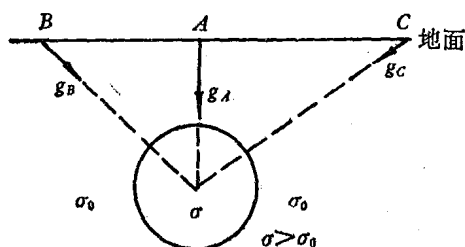


图4 重力与岩石密度的关系

引起的重力值大些（图中以箭头长短表示其重力值的大小）， B 点与 C 点，距离矿体较远，重力值较小。实际上还不仅是矿体本身密度大小的问题，还在于矿体与围岩的密度差，两者相差越大，重力变化就越明显。

由于地壳运动的结果，造成各种各样的地质构造，也影响到重力的差异与变化。

图5中有两个密度不同（ $\sigma_2 > \sigma_1$ ）的地层成水平层时，两者间有一密度差，称为密度界面。密度界面没有变化，地面各点观测到的重力值大小都一样。